

ВОПРОСЫ ПРЕПОДАВАНИЯ КУРСА «ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ»

Доктор техн. наук, проф. О. Б. БРОН

Ленинград

Теоретические основы электротехники являются фундаментом, на котором формируется техническое мировоззрение будущего инженера-электрика. Это справедливо отмечают многие участники дискуссии. Но для формирования технического мировоззрения современного инженера при изложении тех или иных разделов курса следует давать им не только правильное математическое и физическое, но философское толкование. Хотя во всех выходящих в настоящее время у нас курсах теоретических основ электротехники дается определение поля как вида материи, однако при изложении многих вопросов сохранилась старая трактовка явлений, сложившаяся в период формальных представлений о поле. В связи с этим обратим внимание на следующее.

1. Во многих курсах говорится, что «источниками электрического поля являются электрические заряды». Но поле, являющееся видом материи, нельзя ни создать, ни уничтожить. Его можно получить за счет других видов материи или преобразовать в другие виды материи. Ни то, ни другое не происходит в электрических зарядах и поэтому они не являются источником поля.

Не менее ошибочными являются утверждения, что «заряд создает электрическое поле» или «ток создает магнитное поле».

2. В учебниках часто говорят о том, что «два заряда» или «два электрических тока» «взаимодействуют между собой с определенной механической силой». В этих формулировках имеются две ошибки.

Во-первых, при такой формулировке можно подумать, что заряды здесь рассматриваются как некоторая субстанция, а возможно, и как некоторый вид материи, который подвергается воздействию механических сил. Но по современным представлениям заряд — это только величина, характеризующая взаимную связь вещества и поля. В таком случае нельзя говорить, что на нее действуют механические силы. Они действуют не на заряд, а на заряженное тело (частицу) и не на электрический ток, а на проводник с током.

Во-вторых, надо избегать того, чтобы формулировки могли вызвать у кого-либо представление о действии на расстоянии. В действительности на каждое заряженное тело действует не другое заряженное тело (частица), а *их общее поле* — и это следует подчеркнуть.

3. В учении о поле широко пользуются сеткой силовых линий и линий равного потенциала. Эта сетка получается в результате построений, подчиненных определенным правилам. Однако у учащегося не складывается представлений о том, какую сторону поля как вида материи характеризует эта сетка. Формальное же изложение вопроса приводит к тому, что учащиеся уясняют его трудно. В действительности сетка силовых линий и линий равного потенциала характеризует плотность распределения в пространстве энергии и массы поля, если сетка построена так, что $\Delta U = \text{const}$ и $\Delta \Psi =$

$= \text{const}$.

4. Непосредственно к вопросу о массе поля имеет отношение и высказывание проф. Д. А. Городского в настоящей дискуссии [Л. 1]. Опыты П. Н. Лебедева по измерению светового давления считают доказательством существования массы электромагнитной волны. Д. А. Городский полагает, что «световое давление» есть ни что иное, как проявление так называемых сил бокового распора. И в опытах П. Н. Лебедева экспериментально воспроизводилась такая обстановка, при которой по одну сторону преграды имелось электромагнитное поле, линии которого параллельны преграде, а по другую сторону его не было.

«Следовательно, — пишет Д. А. Городский, — нет никаких оснований связывать явление светового давления со скоростью движения световой волны и делать отсюда какие-либо заключения о ее массе».

С этим нельзя согласиться. Конечно, давление на преграду можно создать силами бокового распора, но в опытах со световым давлением поглощающая преграда нагревается. Этого нельзя объяснить, исходя из сил бокового распора, имеющих место в статических полях. В таком случае приходится

обратиться к скорости электромагнитной волны со всеми вытекающими отсюда следствиями, приводящими к представлению о массе поля. Электромагнитная волна приносит с собой ту энергию и массу поля, которые поглощаются преградой.

Д. А. Городский совершенно правильно утверждает, что «во всем надо стараться быть ближе к физике явлений и использовать каждый удобный случай, чтобы раскрывать ее возможно более полно». Однако сам он нарушил это положение и его трактовка светового давления страдает именно тем, что не учитывает всех сторон рассматриваемого явления.

5. Законы сохранения энергии, массы, количества движения у моментов количества движения являются всеобщими законами. Им подчиняются все происходящие в природе явления. Это подтверждено всей суммой накопленных нами знаний. О неумничестве и несотворимости материи и ее движения мы судим по сохранению при всех преобразованиях указанных выше свойств. Если законы сохранения являются всеобщими, то все частные законы должны быть их следствием. Следствием законов сохранения являются и все основные законы электромагнитного поля.

Д. А. Городский ставит вопрос иначе: «Электротехникам все же интересно было бы знать, в силу каких электротехнических законов электрическое поле таково, что оно подчиняется принципу сохранения энергии. В конце концов ведь электрическое поле есть поле вектора **E** и, следовательно, что все его особенности должны вытекать из свойств вектора **E**» [Л. 1].

По этим вопросам необходимо заметить следующее.

Электрическое поле, рассматриваемое как одна из сторон более общего электромагнитного поля, является видом материи и так же, как и все другие виды материи, подчиняется законам сохранения. Нет таких «электротехнических законов», в силу которых электрическое поле подчиняется законам сохранения. Наоборот, все законы электромагнитного поля сами являются следствием законов сохранения энергии, массы, количества движения и моментов количества движения.

Нельзя согласиться с утверждением Д. А. Городского, что все особенности электрического поля должны вытекать из свойств вектора **E**. Законы сохранения обнаруживаются в процессе превращения одного вида материи и формы ее движения в другой. Но этот процесс требует для своей характеристики как величин, относящихся к электрическому полю, так и величин, характеризующих тот вид материи или ту форму движения, в которой преобразуется поле. Этого нельзя сделать, пользуясь только вектором **E**, характеризующим статическое поле.

Глубоко ошибочным является утверждение, что «электрическое поле в конце концов есть поле вектора **E**».

Между определениями понятия «поле» в физике и в математике имеются существенные различия. Математика имеет дело с абстрактными величинами. Поля векторов **E**, **D**, **H** и **B** являются математическими полями. Электромагнитное же поле в физике есть вид материи. Математические понятия здесь применяются только для описания свойств физического поля, но не исчерпывают этих свойств. Путаница здесь происходит потому, что одним и тем же термином «поле» в физике и математике обозначаются совершенно различные понятия.

6. Существенным недостатком преподавания является то, что многие определения основных физических величин в курсах ТОЭ носят формальный характер. В них не вскрывается сущность тех свойств вещества или поля, которые должна характеризовать рассматриваемая величина. Например, электрическому сопротивлению при постоянном токе дается такое определение: это есть «скалярная величина, равная отношению постоянного напряжения на участке электрической цепи к постоянному току в ней, при отсутствии на участке э. д. с.» [Л. 2, стр. 30]. Этим определением совершенно точно устанавливается величина электрического сопротивления. Однако здесь ничего не говорится о том, что характеризует эта величина. Приведенное определение следует дополнить указанием на то свойство вещества, которое характеризует электрическое сопротивление: способность тел или сред, по кото-

рым проходит ток, поглощать электромагнитное поле вместе с его энергией.

7. В задачи курса, формирующего техническое мировоззрение инженеров-электриков, входит рассмотрение всех электромагнитных явлений с материалистических позиций. Учащемуся нужно показать, что все процессы в электрических машинах, аппаратах, трансформаторах и т. д.— это не только энергетические процессы, но и процессы преобразования одних видов материи и форм их движения в другие. Такой подход к толкованию электромагнитных процессов будет спо-

собствовать как правильному физическому, так и правильному философскому пониманию явлений.

Литература

1. Г о р д с к и й А. Д., О недостатках преподавания теоретических основ электротехники, «Электричество», 1963, № 5.
2. .Электротехника, Электроника, Терминология, Изд-во АН СССР, М., 1962.